



ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

# **“Estudo do efeito de tratamentos não térmicos na segurança de alguns frutos e vegetais ”**

**Elisabete M. C. Alexandre**

**Cristina L. M. Silva  
Teresa R. S. Brandão  
Dora M. Santos  
Joana F. Fundo**

# ENQUADRAMENTO DO TRABALHO



Proliferação de microorganismos  
Presença de enzimas que degradam a qualidade



Doenças graves  
Tempo de prateleira mais reduzido

## **Tecnologias inovadoras**

- Ozonização
- Ultrasonicação
- Radiação ultravioleta

## **Tecnologias tradicionais**

- Branqueamento
- Agentes químicos



# TECNOLOGIAS INOVADORAS

## Radiação ultravioleta-C



## Ultrasonicação



## Ozono



### EMERCON

New Processing Technologies for Frozen Fruits and Vegetables  
(Projecto AGRO, 2º concurso de 2003, código nº 822)

AGRO - Projecto do Programa Operacional Agricultura e Desenvolvimento  
Instituto Nacional de Investigação Agrária

# OZONO

## Principais aplicações

Desinfecção de águas

Purificação do ar

Indústria alimentar

## Características

Oxidante muito forte

Efeito letal ou inibitório em microrganismos



Equipamento piloto da  
Escola Superior de Biotechnologia



**Decomposição em produtos não tóxicos**



# ACÇÃO ANTIMICROBIANA DO OZONO

## **Bactérias gram positivas**

*Listeria monocytogenes*  
*Staphylococcus aureus*  
*Bacillus cereus*  
*Enterococcus faecalis*

## **Bactérias gram negativas**

*Pseudomonas aeruginosa*  
*Yersinia enterocolitica*

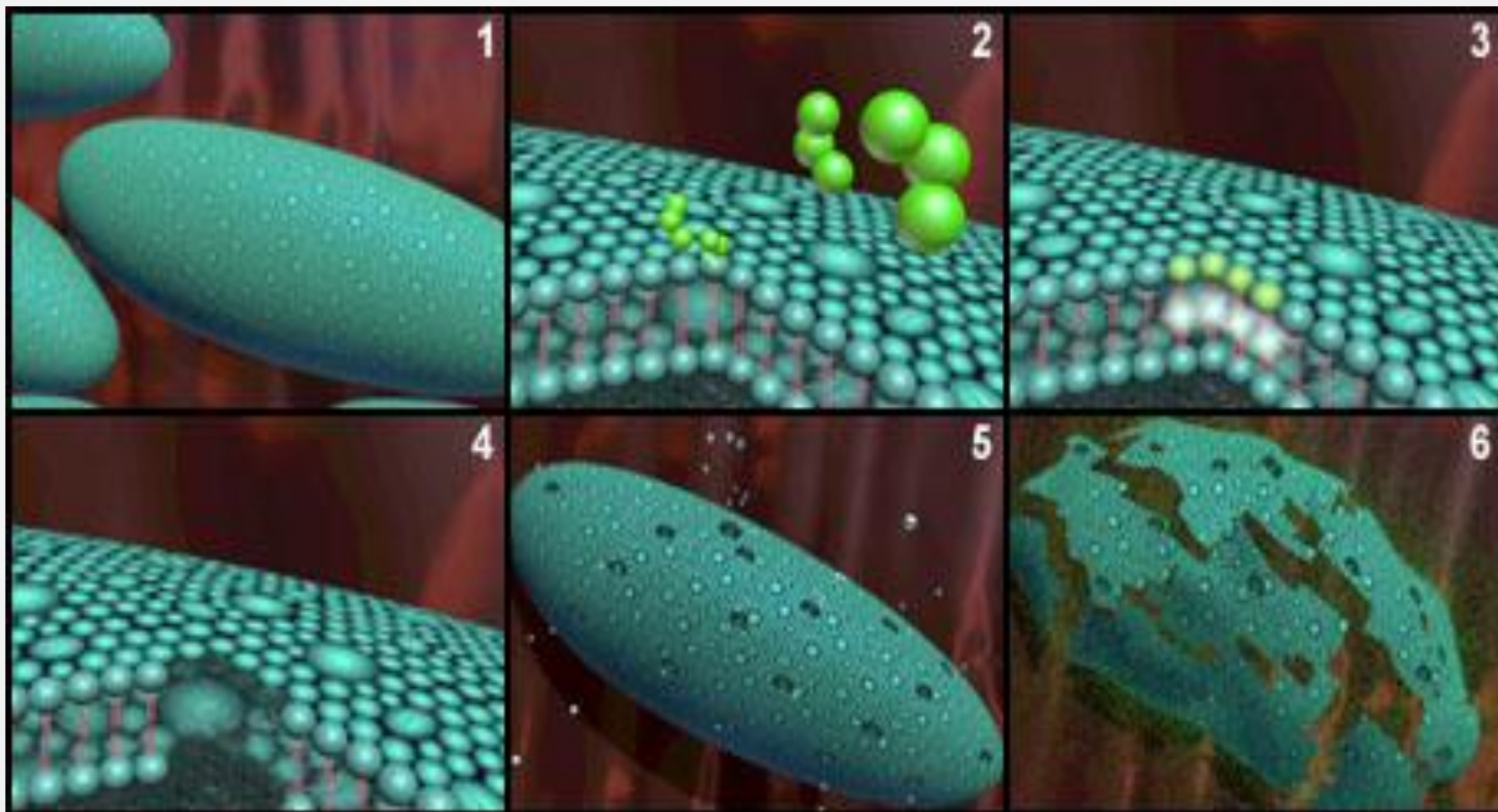
## **Leveduras**

*Zygosaccharomyces bacilli*  
*Candida albicans*

## **Esporos**

*Aspergillus niger*

# EFEITO DO OZONO NAS BACTÉRIAS



# RADIAÇÃO UV-C

## Principais aplicações

Desinfecção de águas

Purificação do ar

Desinfecção de superfícies (material médico)

Indústria alimentar



Equipamento piloto na  
Escola Superior de Biotecnologia

## Características

Processo rápido e efectivo

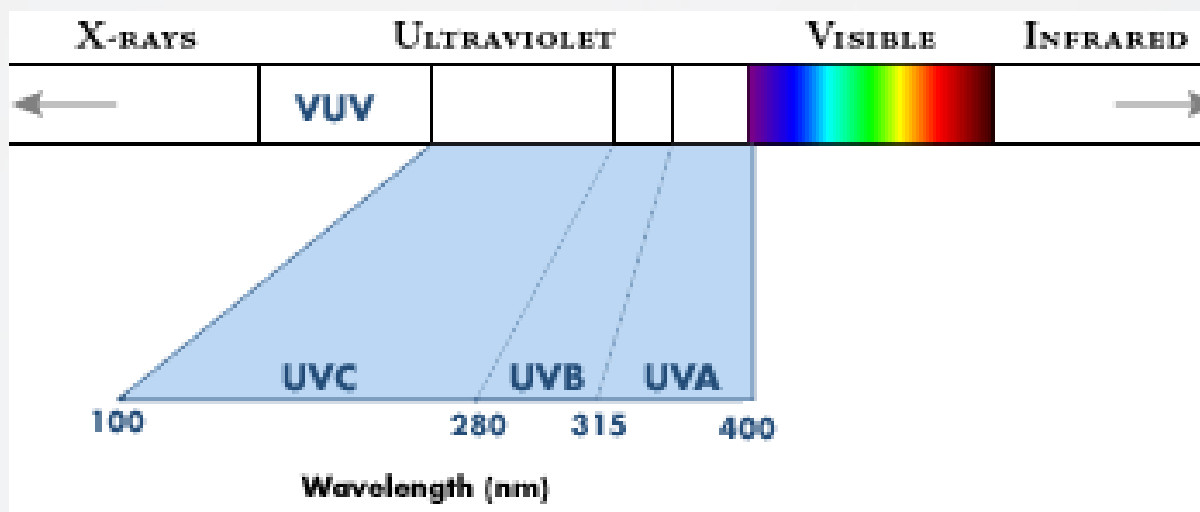
Efeito letal ou inibitório em microrganismos



**Ar inodoro**

# RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

## Espectro de luz



[www.topbulb.com/find/uv.asp](http://www.topbulb.com/find/uv.asp)

### UV-C

$$100 < \lambda \text{ (nm)} < 280 \text{ (253,7)}$$

Efeito germicida

Degrada material orgânico simples ao nível molecular

### UV-B

$$280 < \lambda \text{ (nm)} < 315$$

Tratamento de doenças de pele

Testes de degradação dos produtos

### UV-A

$$315 < \lambda \text{ (nm)} < 400$$

Tratamento de doenças de pele

Inspeção de superfícies fluorescentes



# ACÇÃO ANTIMICROBIANA DO UV-C

## **Bactérias**

*Escherichia coli*  
*Salmonella enteritidis*  
*Streptococcus hemolyticus*  
*Vibrio cholerae*

## **Vírus**

*Hepatitis virus*  
*Influenza virus*  
*Poliovirus*  
*Rotavirus*

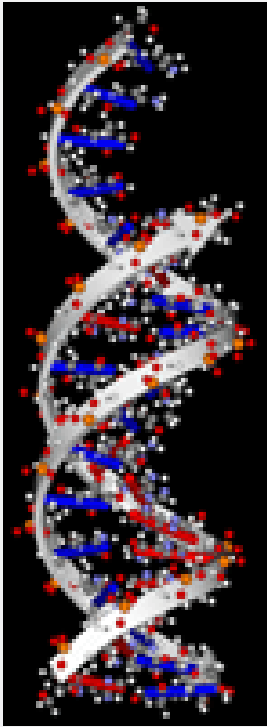
## **Leveduras**

*Brewer's*  
*Baker's*

## **Bolores**

*Aspergillus flavus*  
*Mucor racemosus*  
*Oospora lactis*  
*Penicillium digitatum*

# EFEITO DO UV-C NAS BACTÉRIAS

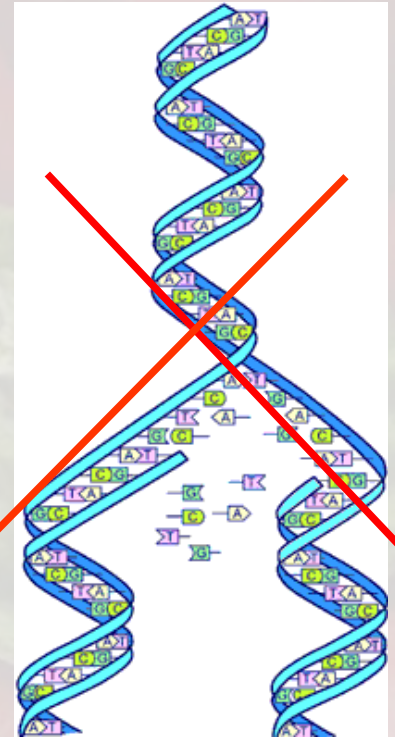


<http://images.google.pt>



Destruição do DNA  
causando a morte celular

Torna a replicação (divisão  
celular) impossível



<http://pt.wikipedia.org>

# ULTRASONS

## Principais aplicações

Diagnóstico e terapia clínico (a)

Sistemas de limpeza

Tratamento de águas

Indústria alimentar



Equipamento piloto da  
Escola Superior de Biotecnologia

## Características

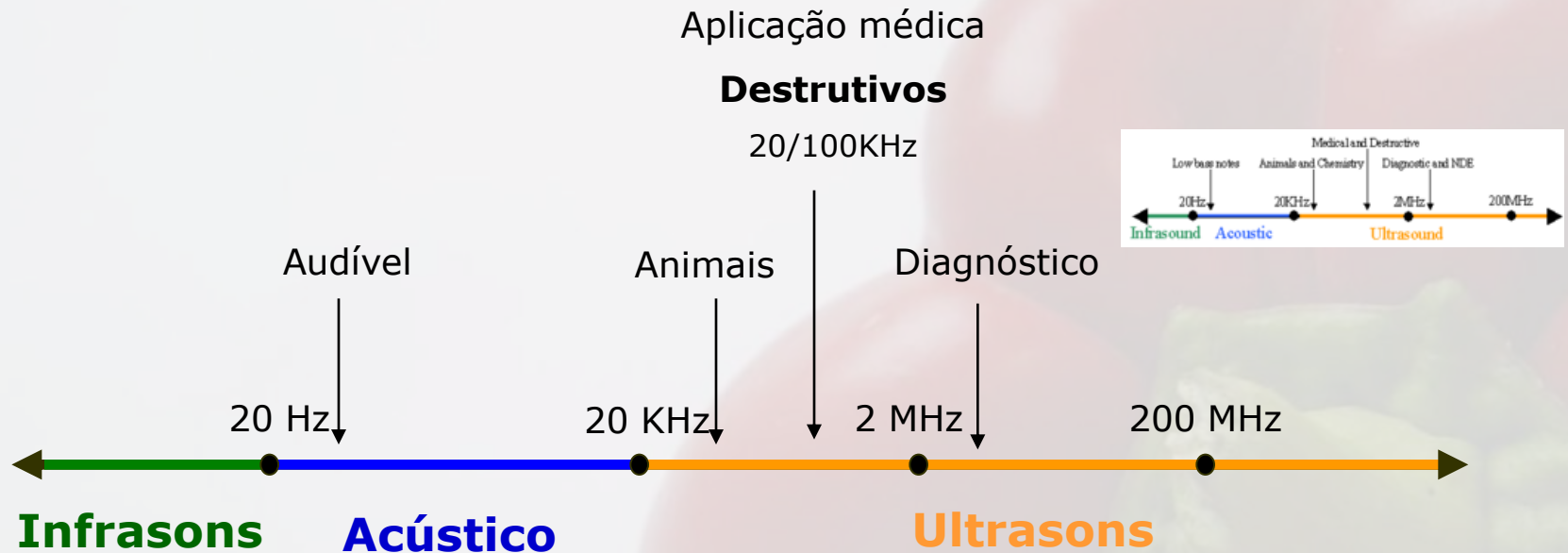
Efeito letal ou inibitório em microrganismos



**Produto não tóxico**

# ULTRASONS

## Espectro sónico





# ACÇÃO ANTIMICROBIANA DOS ULTRASSONS

**Ultrasonicação**

**Bactérias**

**Vírus**

**Leveduras**

**Fungos**

**Ultrasonicação**

**+**

**Outros processos**

**Tratamento térmico**

- Branqueamento convencional
- Injecção directa de vapor

**Alta pressão**

**Esporos**

# EFEITO DOS ULTRASONOS NAS BACTÉRIAS

Está no artigo Applications and potential of  
ultrasonics in food processing - Review



# FRUTAS E VEGETAIS

**pimento**



**agrião**



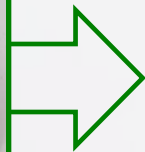
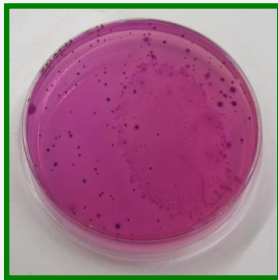
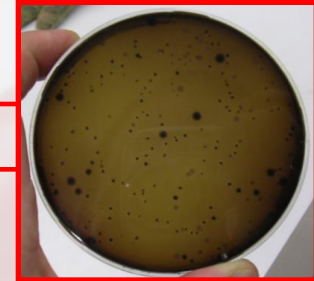
**morango**



# MICROORGANISMOS

**Pimento**

***Listeria innocua***  
(inoculação artificial)



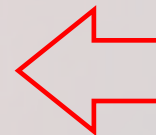
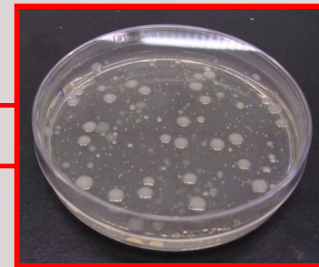
**Agrião**

**coliformes**

**totais**

**Morango**

**mesófilos totais**



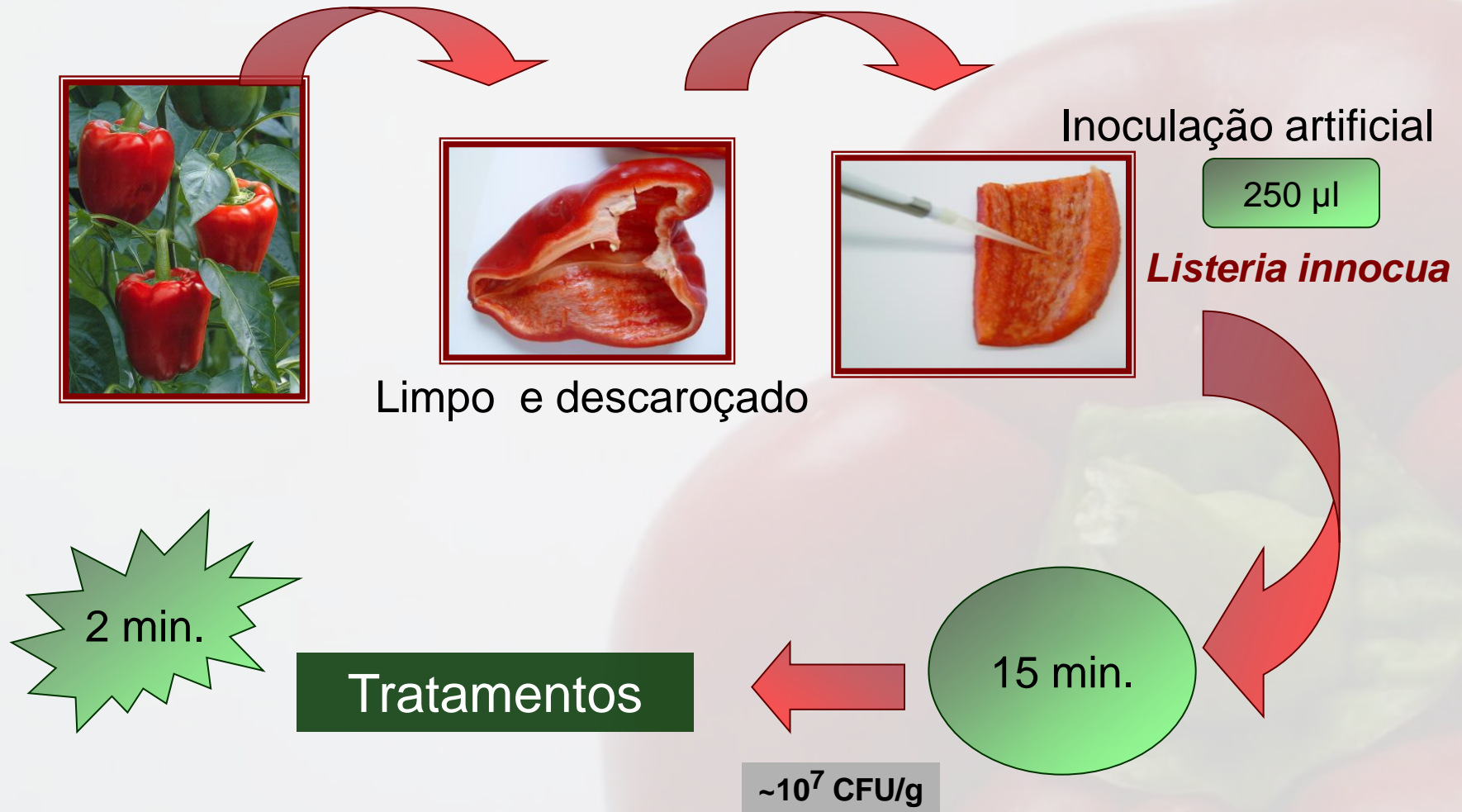


# ***LISTERIA INNOCUA***

## ***Inocular com *Listeria innocua* porquê?***

- Não é patogénica
- Fisiologicamente muito próxima da *L. monocytogenes*
- Ambas podem ser isoladas nos mesmos produtos alimentares

# ***LISTERIA INNOCUA***



# SEGURANÇA

## Ultrasonicação e Termossonicação

Temperatura 15-65°C

Frequência = 32 kHz

2  
min.



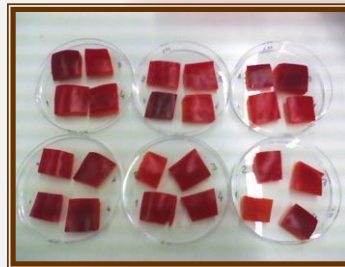
## Luz ultravioleta

Temperatura ambiente

Comprimento de onda = 254 nm

Intensidade da radiação = 12.36 Wm<sup>-2</sup>

2 min.

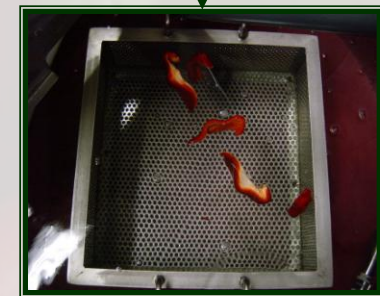
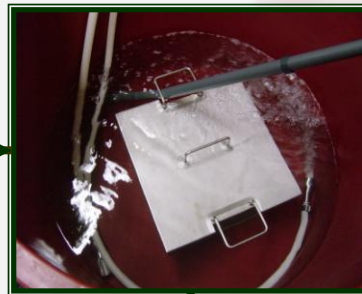


# TECNOLOGIAS INOVADORAS

## Ozonização



Temperatura  
ambiente  
tempo = 2 min  
0,25 ppm



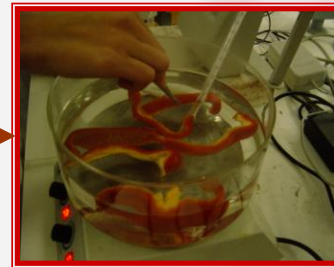
2 min.



# TRATAMENTOS COMPARATIVOS

## Branqueamento

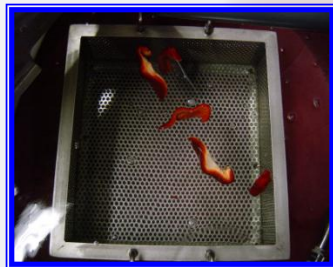
Temperaturas = 50-65°C  
tempo = 2min



**2**  
min.

## Imersão em água

Temperatura  
ambiente  
tempo = 2min



**2**  
min.

# PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

## *Listeria innocua*

Corte em pequenas peças



Homogenização em stomacher



Diluições decimais



3 dias a 30 °C



Palcam agar  
+ selective supplement

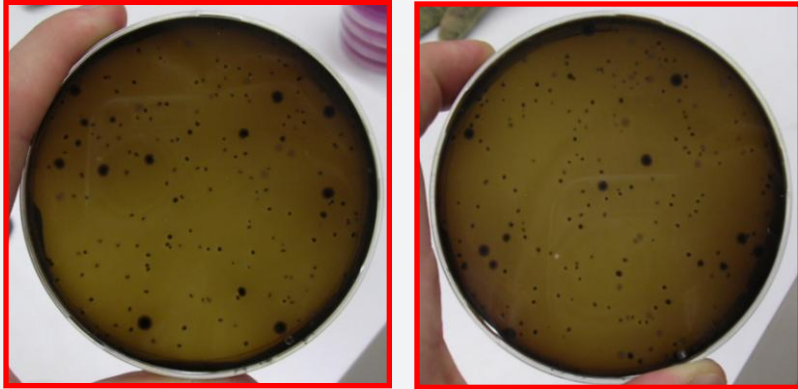


Tampão de água peptonada

# ENUMERAÇÃO

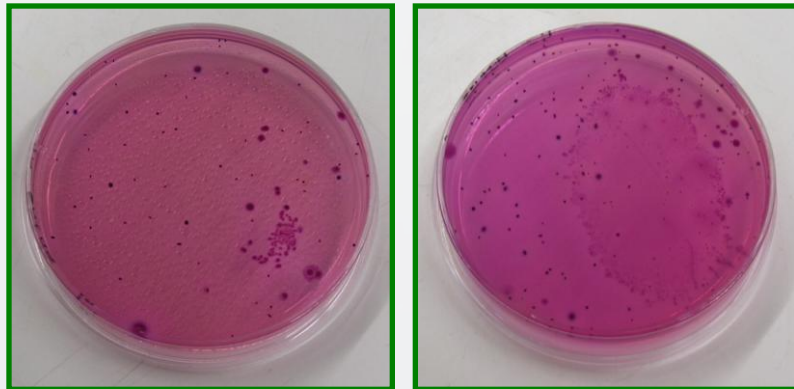
*Listeria innocua*

duplicados



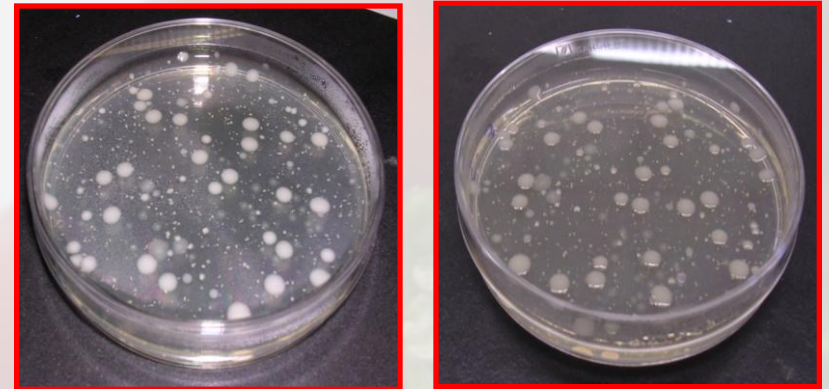
Dil - 5

*Coliformes totais*



Dil - 4

*Mesófilos totais*



Dil - 4

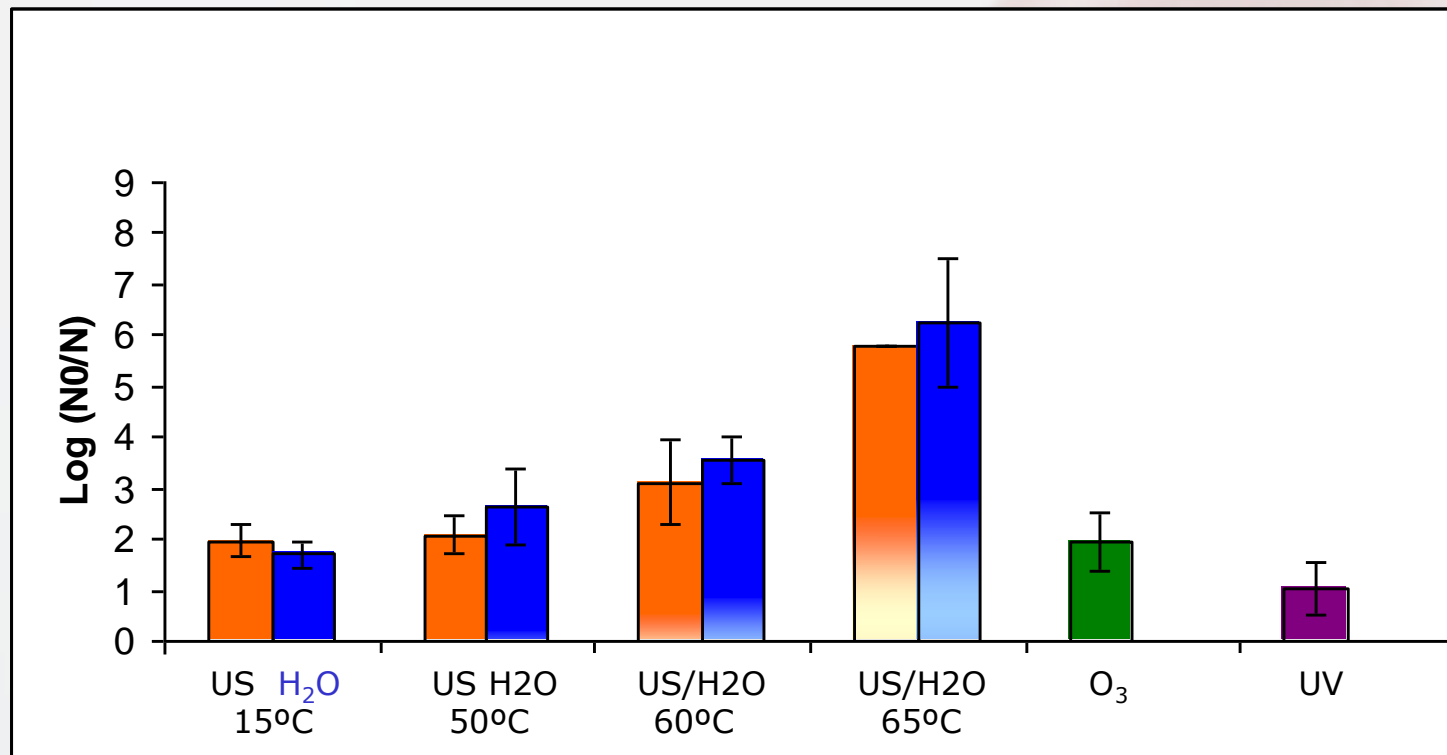
# RESULTADOS

Ozono  
vs  
US e UV-C

Tempo de tratamento = 2 min

5 réplicas

**Pimento** / *Listeria innocua*



Carga inicial: ~ 10<sup>7</sup> CFU/mg



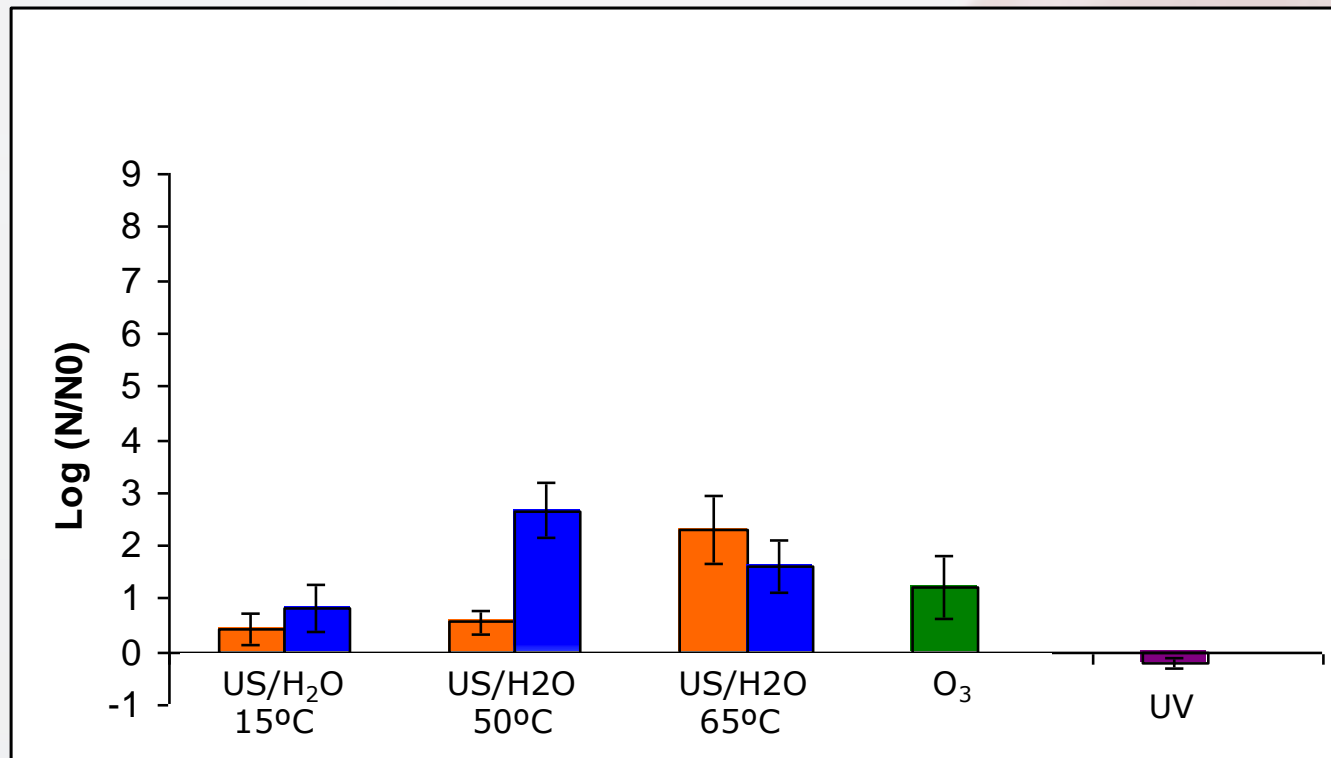
# RESULTADOS

Ozono  
vs  
US e UV-C

Tempo de tratamento = 2 min

5 réplicas

**Morango / mesófilos totais**



**Carga inicial:  $\sim 10^7$  CFU/mg**

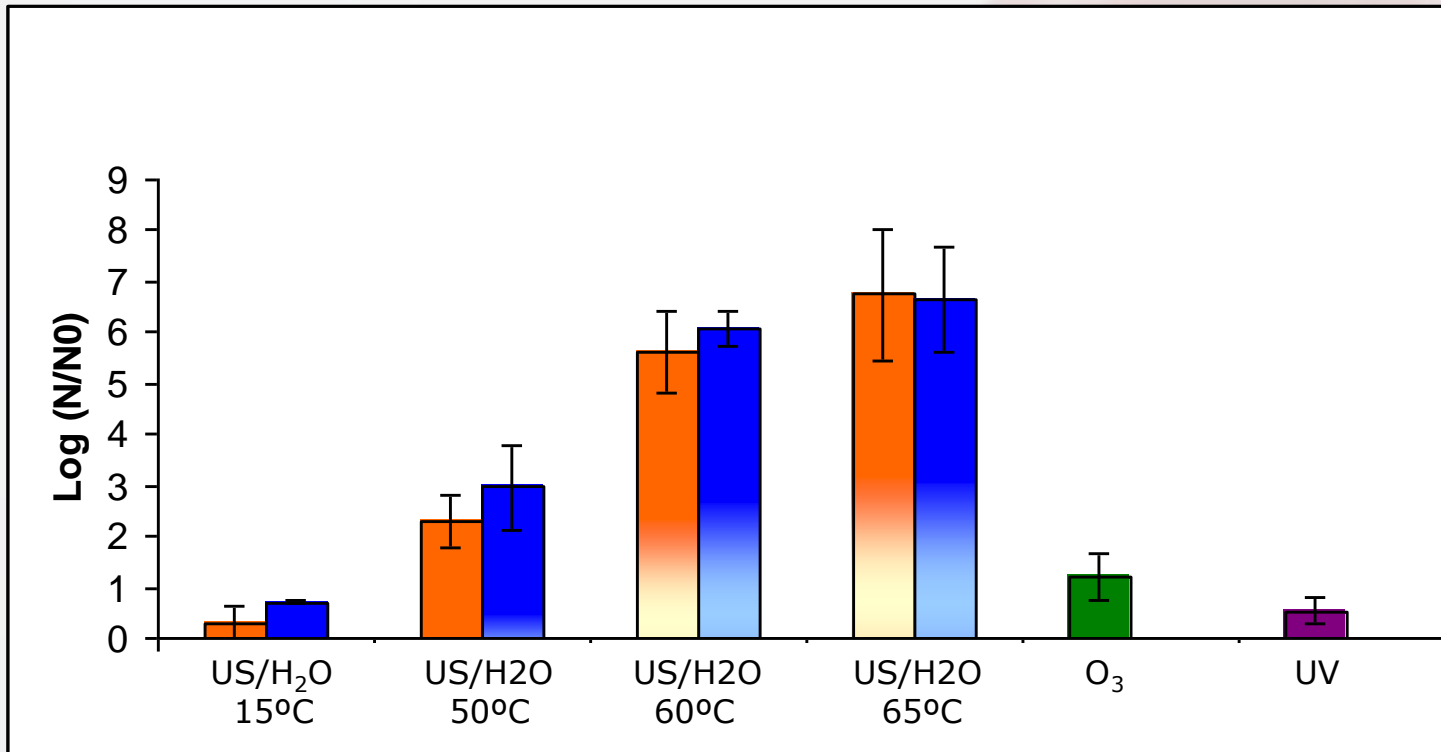
# RESULTADOS

Ozono  
vs  
US e UV-C

Tempo de tratamento = 2 min

5 réplicas

Agrião / coliformes totais



Carga inicial: ~ 10<sup>8</sup> CFU/mg

# CONCLUSÕES

Redução da carga microbiana (ciclos logarítmicos)

Tempo de tratamento = 2 min

	<i>listeria innocua</i>	<i>mesófilos totais</i>	<i>coliformes totais</i>
água	2	1.5	0.5
ozono	2	2	1
US	T=50 °C 2.5 (=Branq.)	T=50 °C 2.5 (< Branq.)	T=50 °C 3 (=Branq.)
	T=60 °C 3.5 (=Branq.)	T=60 °C 3.5 (< Branq.)	T=55 °C 6 (=Branq.)
UV-C	1	-	0.5

***Obrigada pela vossa atenção***

***FIM***

# AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro ao Programa Operacional Agricultura e Desenvolvimento Rural – Projecto AGRO nº822 (Novas Tecnologias de Processamento de Hortofrutículas Congelados – EMERCON).



Os autores Alexandre E.M.C., Santos D.M. e Brandão T.R.S. agradecem ainda á Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/16042/2004, SFRH/BPD/9174/2002 e SFRH/BPD/11580/2002, respectivamente).

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DO ENSINO SUPERIOR  
Portugal